

## CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA BACIA DO ARROIO BOA VISTA - GUAMIRANGA-PR

**Valdemir Antoneli**

Prof. Mestre Departamento de Geografia  
Universidade Estadual do Centro Oeste - Guarapuava- PR  
[vdantoneli@pop.com.br](mailto:vdantoneli@pop.com.br)

**Edivaldo Lopes Thomaz**

Prof. Dr. Departamento Geografia  
Universidade Estadual do Centro Oeste - Guarapuava-PR  
[ethomaz@brturbo.com.br](mailto:ethomaz@brturbo.com.br)

### RESUMO

*A pesquisa foi desenvolvida na bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista, Município de Guariranga, região Centro-Sul do Paraná. O objetivo deste estudo foi identificar as características do meio físico, assim como, às influências na dinâmica ambiental da bacia. As características físicas, tais como: densidade de drenagem, gradiente de canais, índice de circularidade e índice de sinuosidade, foram identificadas por meio de cartas topográficas e utilização do Software Spring 3.6. Através dos dados obtidos, pode-se inferir algumas peculiaridades da bacia, por exemplo, o fato de os seus cursos d'água possuírem baixo nível de escoamento, por se encontrarem em vales encaixados, enquanto outros, apresentam forma meandrante principalmente no curso médio onde existem depósitos de sedimentos. O índice de circularidade da bacia representou um nível moderado de escoamento. Conclui-se que as quantificações de parâmetros morfométricos contribuem para o planejamento de uso do solo. É necessário adequar o uso do solo para evitar degradação das terras agrícolas.*

**Palavras Chave:** bacia hidrográfica; caracterização do meio físico; uso do solo.

## CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA BACIA DO ARROIO BOA VISTA - GUAMIRANGA-PR

### ABSTRACT

*The research was developed in the Boa Vista basin. It is located at Guariranga District, in the Parana Center-South region. The study aims was identifying the physical characteristics, as well as, its influences in the basin environment dynamics. Physical characteristics were identified by topographical maps and through the Spring 3.6 Software. Although the basin has only 6,056 km<sup>2</sup> the data analysis pointed out that the Boa Vista basin, has some important characteristics, in regard its morphometrics aspects. Furthermore, these morphometrics aspects could affect the environment dynamics. On the other hand, these parameters can contribute for the soil use planning. Considering the soil use, it was verified that some low capability areas has being occupied with agriculture, pasture, *Ilex paraguariensis* plantation (erva-mate) and reforestation. It is necessary to adjust the soil use to prevent agricultural lands degradation.*

**Keywords:** Catchment; physical characterization; soil use.

### INTRODUÇÃO

Cada vez mais se observam os estudos acerca das características de bacias hidrográficas como: a morfologia dos canais fluviais e a tipologia da bacia. Segundo ASSIS (1995), no passado alguns países desenvolvidos promoviam estudos classificações e atribuições de prioridades de atividades em bacias hidrográficas, promovendo investigação de campo e manipulação manual de mapas.

---

Recebido em 29/11/2006  
Aprovado para publicação em 11/04/2007

Algum tempo depois, passou-se a utilizar o Sistema de Informação Geográfica (SIG), no qual se pode reduzir o tempo e custo das pesquisas, além de fornecer vários recursos informatizados que facilitam a modelagem.

Cada vez mais se observam os estudos acerca das características de bacias hidrográficas como: a morfologia dos canais fluviais e a tipologia da bacia. Segundo ASSIS (1995), no passado alguns países desenvolvidos promoviam estudos classificações e atribuições de prioridades de atividades em bacias hidrográficas, promovendo investigação de campo e manipulação manual de mapas. Algum tempo depois, passou-se a utilizar o Sistema de Informação Geográfica (SIG), no qual se pode reduzir o tempo e custo das pesquisas, além de fornecer vários recursos informatizados que facilitam a modelagem.

Em muitos casos o pesquisador não dispõe destes recursos para desenvolver suas pesquisas, devido à falta de equipamentos disponíveis em suas instituições. Neste caso, ele é obrigado a desenvolver suas observações de campo sem disponibilidade de aparelhos e recursos computacionais. Uma das alternativas é utilizar equações (modelos) que foram desenvolvidas ao longo do tempo por diversos pesquisadores. Esses modelos nos fornecem subsídios para que se possam analisar parâmetros morfométricos de uma determinada bacia hidrográfica.

Conforme, (CHRISTOFOLETTI 1974; COELHO NETO 1995), a bacia é considerada como um sistema físico aberto, onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume da água escoado pelos canais escoadouros que carregam materiais provenientes da própria bacia, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados, além daqueles que são infiltrados, permanecendo no solo ou migrando para as partes mais profundas.

CHORLEY (1962), citado por COELHO NETO (1995), afirma que a bacia de drenagem é uma unidade hidrogeomorfológica e se constitui em um exemplo típico de sistema aberto, na medida em que, recebe impulsos energéticos das variáveis climáticas atuantes sobre uma área e das forças tectônicas subjacentes e perde energia por meio das águas, dos sedimentos e do material dissolvido ao longo do tempo. Nesse contexto, GREGORY e WALLING (1985), concluem que a organização e o ajuste interno de uma bacia de drenagem, isto é, os elementos e os processos característicos, influenciam as relações entre a entrada e a saída de energia.

Em relação a esse ajuste interno, existe o planejamento a ocupação do espaço na terra, que requer cada vez mais uma ampla visão sobre as necessidades da população, ou seja, a ocupação de uma determinada bacia gera um impacto sobre a mesma, desordenando os sistemas, e promovendo alterações que provocam o efeito "cascata" (DREW, 1994), que contribui para ocorrência de inúmeros problemas. Segundo CHRISTOFOLETTI (1999) A análise morfológica não se refere apenas aos indicadores sobre os elementos componentes do sistema. Existe um conjunto de elementos que contribui para um entendimento mais detalhado do sistema. Embora a análise do canal fluvial seja significativa em determinada escala de abordagem, para o contexto da bacia torna-se necessário analisar as características da rede de canais. Por outro lado, torna-se relevante analisar as características morfológicas das vertentes, nas quais se estabelecem o uso e ocupação do solo.

A combinação dos diversos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais. Em outras áreas, tais parâmetros podem perder a expressão, exibindo indicadores físicos que se integram de modo diverso.

O presente estudo foi realizado na bacia do Arroio Boa Vista que está inserida em sua totalidade em área rural. A referida bacia é considerada uma bacia de pequeno porte (6,056 km<sup>2</sup>). Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar as características físicas da bacia. Além disso, procurou-se analisar as implicações dos parâmetros morfométricos na funcionalidade da bacia, bem como, indicar como tais parâmetros podem ser aplicados no planejamento das atividades desenvolvidas na bacia, além de contribuírem para a análise do uso do solo atual.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Arroio Boa Vista está localizada no Município de Guamiranga-PR, inserido na região Centro Sul do Paraná (Figura 1). A bacia possui uma área total de 6,056 km<sup>2</sup> e seus limites estão entre a latitude de 25° 08' S e longitude 50° 51' W. O rio principal apresenta altitude de 700 metros em sua foz, enquanto sua nascente apresenta altitude de 905 metros. A altitude máxima da bacia é de 951 metros.

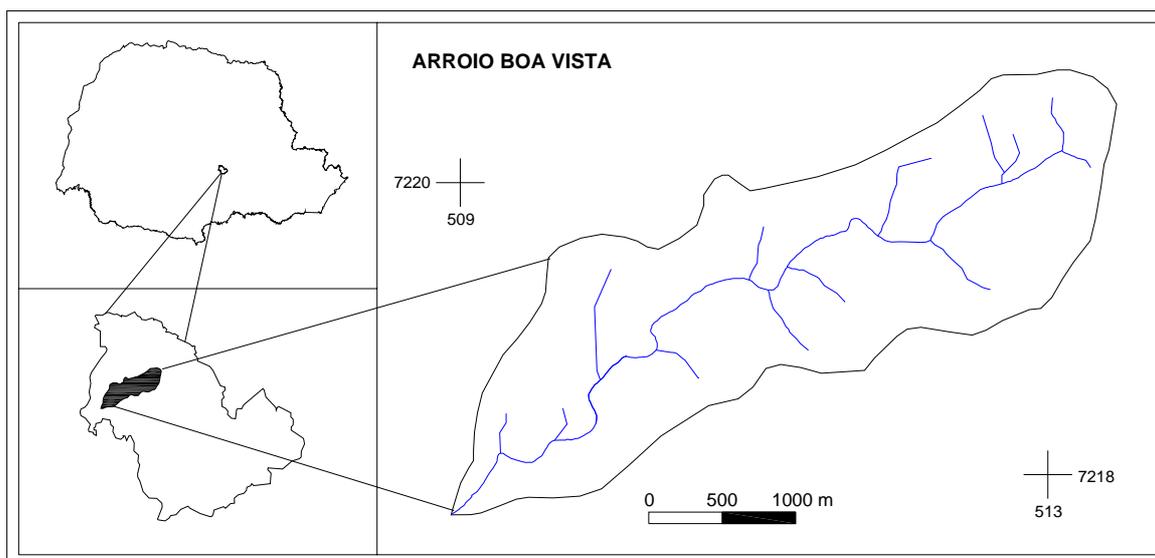


Figura 1 - Localização da área de estudos  
Elaborado por Antoneli. V (2004)

O Arroio Boa Vista é um afluente de 3º ordem da margem direita do Rio dos Patos (Bacia do Rio Ivaí). A cobertura florestal é representada pela vegetação de Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária), associada à Mata Pluvial Subtropical nas áreas mais baixas próximas a foz e Mata Subtropical em algumas áreas de maior altitude.

O regime climático em que a bacia está inserida é caracterizado segundo classificação de Köppen como Cfb, Subtropical úmido, com temperaturas médias anuais entre 17° e 19°C (MAACK (1968).

Com relação aos índices pluviométricos, ANTONELI (2004), verificou que existe certa regularidade nas distribuições das chuvas, sendo que no período de 1988 a 2005 a precipitação média anual foi de 2022 mm. Entretanto, alguns anos apresentaram uma variação em relação à média mais acentuada, com índices mais elevados, como por exemplo, o ano de 1998, em que o total da pluviosidade foi de 2750 mm e outros com índices inferiores em relação a média, a exemplo do ano de 1994, em que a pluviosidade foi de apenas 1250 mm.

Quanto à formação geológica da área em estudo, esta diz respeito aos depósitos sedimentares paleozóicos, correspondentes à grande feição de sedimentação marinha e litorânea, conhecida como Bacia Sedimentar do Paraná. A área em estudo apresenta com predominância a Formação Rio do Rastro, com alguns afloramentos da Formação Teresina, sendo estes componentes do grupo Passa Dois (PETRI e FÚLFARO, 1983).

De acordo com a MINEROPAR (2001), a Formação Teresina é composta por uma alternância de

argilitos e folhelhos com siltitos e arenitos muito finos cinza claros e na porção superior existem calcários e coquinas. Apresenta marcas onduladas, fendas de ressecamento, diques de arenito e microlaminação cruzada. Esta formação foi depositada num ambiente transicional de marinho relativamente profundo a marinho dominado por mares. Já a Formação Rio do Rastro é composta de siltitos, argilitos e folhelhos.

DOUHI (2004) destaca que em áreas de topo é possível encontrar camadas residuais de diabásio, oriundos de "diques ou sills" Juro-Cretácio da Formação Serra Geral. Estas características, associadas ao clima, permitem o predomínio de vertentes côncavas/convexas.

Segundo a classificação de solos do Paraná elaborada pelo IAPAR, (1981), na área em estudo existe uma associação de Latossolo Vermelho Escuro álico com Terra Bruna Estruturada álica, ambos apresentando um horizonte "A" proeminente, com textura argilosa.

OSAKI (1994) define os solos da região como Latossolo Vermelho-escuro textura argilosa, sendo solos originados de rocha basáltica com influência de arenitos e argilitos que aparecem em superfícies aplainadas dos divisores de água, com declividade entre 3% e 8%. Esses solos pertencem à categoria eutrófica, distrófica e álica, possuindo uma profundidade superior a 3 m, cor avermelhada escura, com textura que vai de argilosa a muito argilosa e uma consistência bastante friável.

Associados aos Latossolos Vermelho-escuro de textura argilosa existem as Terras Bruna Estruturadas, que aparecem em relevos suaves ondulados principalmente sobre o curso médio da bacia, onde se encontram rampas mais longas com declividades inferiores a 13% e, em menor frequência, em locais mais declivosos, principalmente, sobre o curso médio da bacia. Possui limitações referentes à baixa concentração de nutrientes, além de teores altos de alumínio trocável, sendo aptos para qualquer tipo de cultura, desde que sejam espécies climaticamente adaptadas e efetuadas algumas correções químicas, especialmente, a adição de calcário.

A agricultura praticada no âmbito da bacia, segundo a classificação do IAPAR (1995), se insere no conglomerado denominado C13, que define a região com alta participação de culturas temporárias, principalmente fumo, milho e feijão; sendo utilizada a força do trabalho familiar e de tração animal. É composta, ainda, de pastagens, mata natural de reflorestamento e áreas em pousio associadas à baixíssima utilização de insumos agro-industriais e motomecanização. O uso do solo na bacia é constituído por 8 classes, sendo elas: cultivo de erva mate, reflorestamento de eucalipto, agricultura, pastagem, capoeira, mata pluvial subtropical e mata de araucária.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para investigar as características das formas de relevo, as bacias se configuram como unidade importante, sobretudo, no que se refere aos estudos de evolução e dinâmica da superfície terrestre. Para avaliar estas características sobre o ponto de vista quantitativo, utiliza-se à análise morfométrica, por meio dos seguintes parâmetros: relação de relevo, densidade hidrográfica e densidade de drenagem, relacionados à forma da bacia; coeficiente de manutenção, ângulo de junção e gradiente de canais, caracterizando os componentes da rede hidrográfica e índice de circularidade, índice de bifurcação e índice de sinuosidade que são parâmetros combinados, dentre outros.

O levantamento cartográfico e a delimitação da bacia hidrográfica da área em estudo foram efetuados com base na carta topográfica: Folha de Prudentópolis SG. 22-J-I-I (MI-2839/1) escala de 1:50000 a qual foi editada no *Software* Spring 3.6.

Para a elaboração da carta hipsométrica procedeu-se da seguinte maneira, as altitudes foram subdivididas em 7 classes com intervalos de 40 metros. A carta de declividade foi elaborada com base nas classes de declividade proposta por LARACH *et al.* (1984), subdivididas em 06 classes, sendo: 0 a 3%; 3 a 8%; 8 a 13%, 13% a 20%; 20 a 45% e > 45%.

O levantamento da rede de drenagem foi feito com auxílio da carta base, foto aérea e trabalhos de campo. Após o levantamento cartográfico, e conseqüentemente, a delimitação da bacia

hidrográfica através dos divisores de água, e com o auxílio das ferramentas disponíveis no *Software Spring 3.6*, foi possível calcular alguns parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica.

Além disso, foram extraídos dados como: ordem de canais, de acordo com o esquema de ordenação de HORTON (1945), número de canais; perímetro total da bacia; altitudes máximas, médias e mínimas; dimensão do perfil longitudinal total; diferença entre altitudes máxima e mínima da área drenada. Os dados foram utilizados para o cálculo de parâmetros morfométricos tais como: densidade de drenagem, gradiente de canais, índice de circularidade e índice de sinuosidade. Estes dados serviram de base para um melhor entendimento do uso do solo na bacia. As equações dos parâmetros morfométricos utilizados no presente estudo são apresentadas a seguir.

A densidade de drenagem foi obtida por meio da equação 1.

$$Dd = \frac{Cc}{At} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

$Dd$  = Densidade de drenagem ( $\text{km}/\text{km}^2$ );

$Cc$  = Comprimento total dos canais (km);

$At$  = Área total da bacia ( $\text{km}^2$ );

O gradiente do canal principal foi calculado por meio da equação 2.

$$G_{cp} = \frac{Am}{Lp} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

$G_{cp}$  = Gradiente do canal principal (%);

$Am$  = Altitude máxima (m);

$Lp$  = Comprimento do canal principal (km);

O gradiente total dos canais fluviais que compõem a bacia foi obtido por meio da equação 3.

$$Gt = \frac{Am}{Lt} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

$Gt$  = Gradiente total dos canais (m);

$Am$  = Altitude máxima (m);

$Lt$  = Comprimento total dos canais (m);

Para calcular o índice de circularidade utilizou-se a equação 4.

$$Ic = \frac{At}{Pt} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

$Ic$  = Índice de circularidade;

$At$  = Área total da bacia ( $\text{km}^2$ );

$Pt$  = Perímetro total da bacia (km);

Para calcular o índice de sinuosidade utilizou-se a equação 5.

$$I_s = \frac{L_v}{L_r}$$

Equação 5

Em que:

$I_s$  = Índice de sinuosidade;

$L_v$  = comprimento verdadeiro do canal principal (m);

$L_r$  = comprimento em linha reta do canal principal (m);

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia está totalmente inserida na área rural, e apesar de apresentar uma área de apenas 6,56 km<sup>2</sup> é ocupada por 8 categorias de uso do solo. Neste caso, 15,11% de sua área está ocupada pelo uso de Faxinal, ou “criadouro comum”, sendo este sistema, uma forma de organização camponesa que combina a policultura com criatório animal e o extrativismo vegetal (Figura 2 e Tabela 1).

**Tabela 1**

Percentuais de cada categoria do uso do solo da bacia

Uso do solo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Faxinal	0,991	15,1
Floresta de Araucária	0,859	13,1
Agricultura	2,165	33,0
Mata subtropical	0,806	12,3
Reflorestamento	0,203	3,1
Capoeira	0,439	6,7
Erva mate	0,473	7,2
Pastagem	0,596	9,1
<b>Total</b>	<b>6,56</b>	<b>100,0</b>

Os faxinais permitiram a distribuição equilibrada dessas atividades no tempo e no espaço, otimizando o uso dos recursos locais e satisfazendo as necessidades de reprodução social de milhares de famílias durante mais de meio século na bacia (ANTONELI 2004).

A mata de araucária apresenta 13,1% de total da área da bacia. As Florestas Ombrófila Mista (Mata de Araucária), na área em estudo não apresentam formação homogênea e contínua, mas compõe-se de diversos tipos de cobertura florestal. Restam apenas algumas áreas desse tipo de vegetação, as quais se constituem como reserva legal, ou até mesmo como reserva permanente próximo as nascentes e mata ciliar. A mata subtropical que ainda existe na bacia está localizada próxima à foz, por ser uma área que apresenta uma declividade acentuada e um solo impróprio até mesmo para a prática da agricultura de “coivara”.

A agricultura ocupa 33% da área da bacia, fato este explicado pela morfologia da bacia, pois apresenta terrenos acima 45% de declividade. A bacia é constituída de pequenas propriedades onde é desenvolvida a agricultura familiar, sendo o cultivo do tabaco, (*Nicotiana tabacum*), a principal fonte de renda. Sendo que esta atividade é responsável por 85% da área agricultável da bacia.

Durante varias décadas a agricultura era constituída pelo sistema de rotação de terras. Fazia-se à derrubada da vegetação e ateava-se fogo para fazer a limpeza do terreno para plantar. Após a

colheita dos produtos, essa área ficava em “pousio”, por aproximadamente cinco anos para que a vegetação se regenerasse e o solo pudesse recompor sua matéria orgânica. Outras áreas seriam utilizadas na próxima safra, e assim sucessivamente. Contudo, a agricultura mecanizada, particularmente, a fumicultura acabou produzindo uma alteração no padrão do uso do solo (Figura 2).

Através do mapa de uso do solo (Figura 2 e Tabela 1), nota-se, que apenas 6,7% da área é ocupada com capoeira, sendo este tipo de cobertura vegetal indicativo da utilização da roça de “coivara” existente apenas nas áreas mais declivosas da bacia.

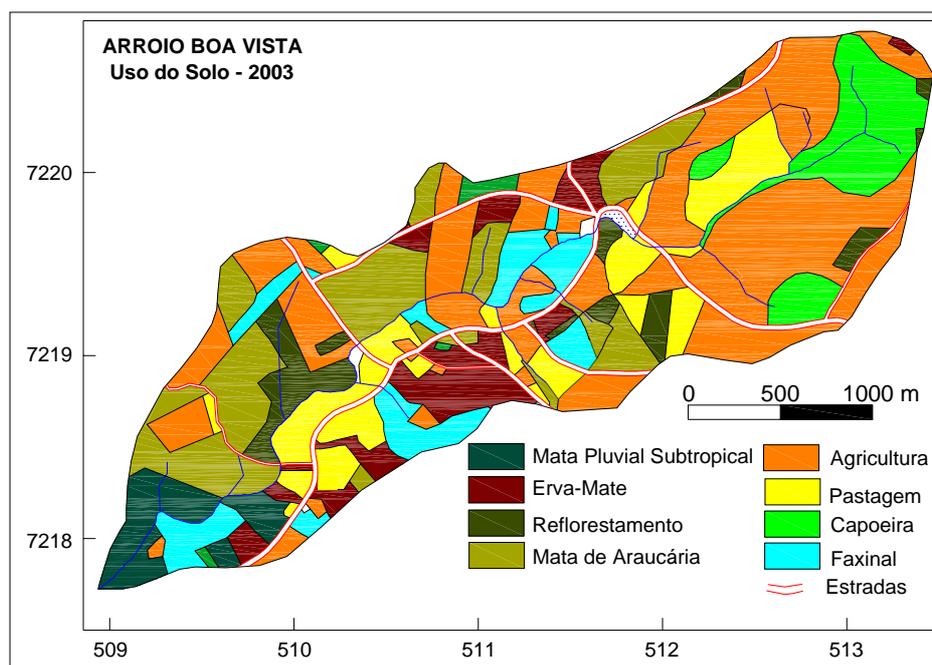


Figura 2 - Uso do solo da Bacia do Arroio Boa Vista  
Elaborado por ANTONELI 2004

Outro fator importante do uso do solo está relacionado ao reflorestamento de espécies exóticas que servem como fonte de energia para a cura (secagem) das folhas tabaco. O setor fumageiro desenvolve ações para estimular o reflorestamento e a preservação das matas nativas das propriedades rurais envolvidas com a produção de fumo, através do plantio de árvores exóticas, especialmente, o reflorestamento de *eucaliptos*. Baseado nessas ações, alguns produtores de fumo estão adotando o sistema de reflorestamento para o próprio consumo. Todavia, existem muitos produtores que utilizam lenha oriunda das matas nativas. Um exemplo disso é o baixo percentual de área com reflorestamento na bacia (3,1%), apesar de a bacia concentrar significativo número de estufas de fumo.

Em algumas áreas foram introduzidas pastagens principalmente próximas a nascente, em locais onde era praticada a agricultura de “coivara”. Essas áreas apresentam sérias restrições morfoedológicas (encostas declivosas recobertas por solos rasos).

Outro tipo de uso o solo, está relacionado ao cultivo de erva-mate, que até meados da década de 1970 era praticada *in natura*. No entanto, a partir da extinção dos “criatórios comuns”, passou a ser cultivada, em pequena escala, pois a grande quantidade de produção esta associada à

retirada da erva-mate das áreas de mata de araucária e dos faxinais existentes na bacia.

Como comentado anteriormente, na bacia predomina agricultura familiar em pequenas propriedades rurais (Figura 3). Verifica-se um predomínio das menores propriedades médio curso da bacia e próximo à foz. Nestes locais as dimensões das propriedades são inferiores a 5 hectares. Na maioria destas propriedades é desenvolvida a fumicultura. Já, nas áreas que apresentam dimensões entre 5 a 15 hectares existe uma associação entre o cultivo do tabaco e a pecuária extensiva. Por sua vez, nos locais próximos às nascentes há um predomínio das propriedades com dimensões superiores a 20 hectares, onde predomina a agricultura mecanizada, apesar de apresentarem uma maior declividade.

A Bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista apresenta uma amplitude altimétrica de 251 m, sendo o ponto culminante com 951m próximo a nascente e o ponto mais baixo 700 m na foz (Tabela 2).

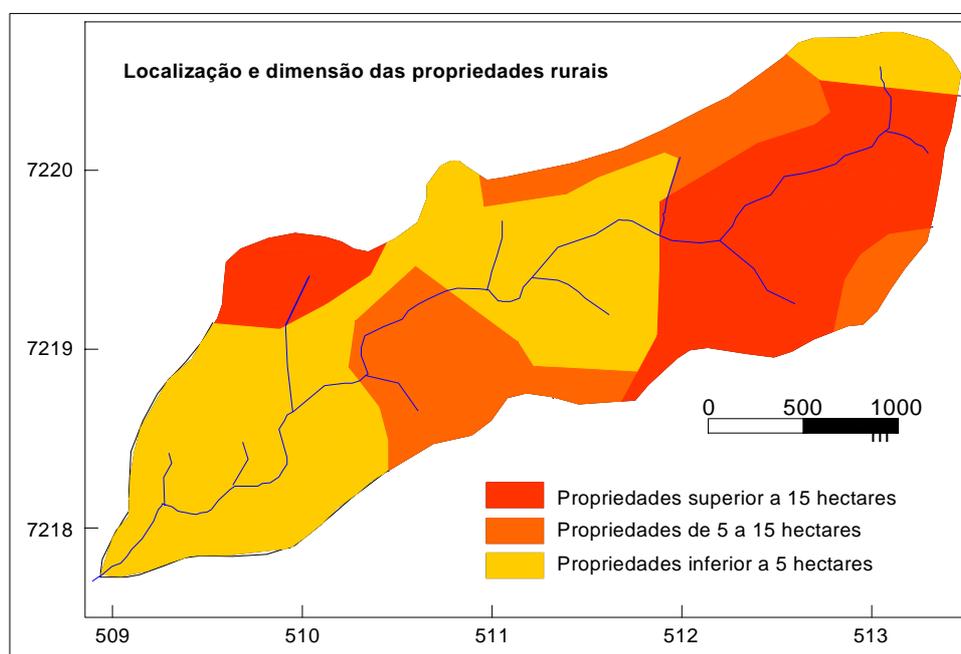


Figura 3 - Esboço das dimensões das propriedades da bacia  
Elaborado por ANTONELI (2004)

Tabela 2

Classes altimétrica em km<sup>2</sup> e porcentagem no âmbito da bacia

Classe altimétrica (m)	Área em cada classe (km <sup>2</sup> )	Percentual Por classe	Percentual Acumulado
700 – 740	0,318	5,26	5,26
740 – 780	0,654	10,80	16,06
780 – 820	2,333	38,53	54,59
820 – 860	1,719	28,39	82,97
860 – 900	0,806	13,31	96,29
900 – 940	0,219	3,62	99,90
> 940	0,006	0,095	100
Total	6,056	100	100

A variação altimétrica foi dividida em 07 sendo utilizada uma cota de 40 metros para cada uma delas. Verificou-se que 66% do total da área está inserida nas classes que apresentam terrenos com altitudes entre 780 a 860 m. A área superior a 940 m representa apenas 0,006% do total (Figura 4).

### Representação da declividade da bacia

Através da análise dos percentuais de cada classe de declividade, observa-se que a bacia apresenta, uma declividade bem distribuída entre as classes, apenas 11% do total da área apresenta declividade de 0 a 3 %, sendo este quase na sua totalidade situado no curso médio. O percentual mais elevado é da classe de declividade entre 8 a 13% com 28% do total (Tabela 3).

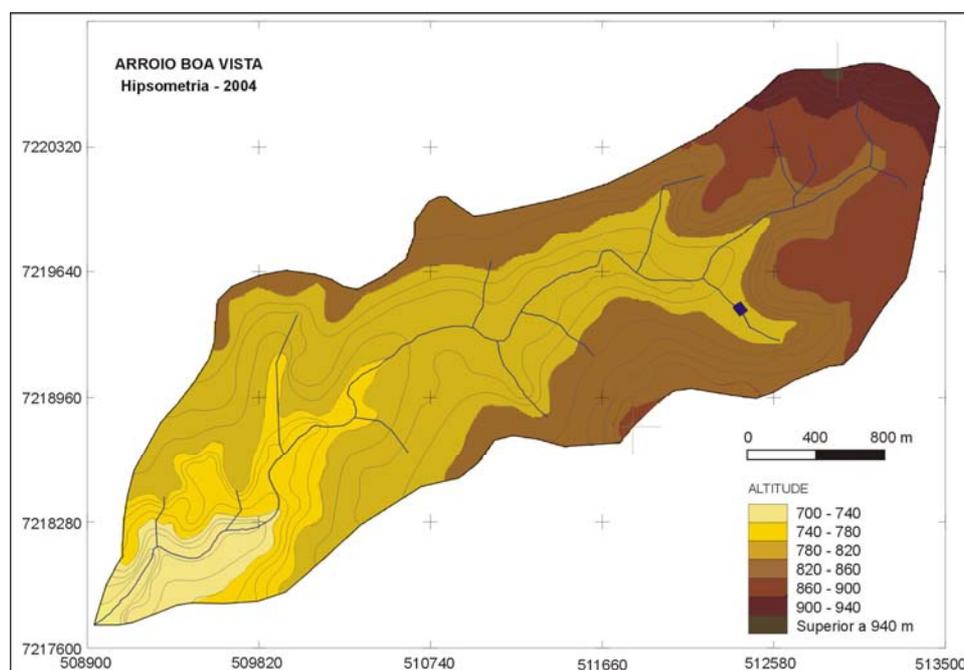


Figura 4 - Hipsometria da bacia do Arroio Boa Vista  
Elaborado por Antoneli, V (2004)

Tabela 3

Classes de declividade, total da área e percentual de cada classe

Classe de declividade (%)	Área em cada classe (km <sup>2</sup> )	Percentual por classe	Percentual acumulado
0 - 3%	0,698	11,5	11,5
3 - 8%	1,413	23,3	34,9
8 - 13%	1,742	28,8	63,7
13 - 20%	1,262	20,8	84,5
20 - 45%	0,908	15,0	99,6
> 45%	0,023	0,3	100
Total	6,056	100	100

A bacia apresenta um percentual mais elevado de declividade acima de 20%, à Sudoeste, próximo a foz, onde o canal fluvial é mais encaixado, e nas partes próximas a nascente ao Norte, onde se encontram também os pontos de maiores altitudes da bacia. Sendo característica destes dois locais a presença de vertentes curtas com solos rasos de encosta, exceto algumas áreas de diques no curso superior. Onde apresenta vertentes longas e solos profundos, no qual é utilizado para a agricultura mecanizada. As vertentes longas e de menor declividade estão situada próximo ao curso médio com solos profundos, já as vertentes curtas com declividade acima de 20% são encontradas próximo à foz, em presença de solos rasos. (Figura 5).

### Hierarquia fluvial

A bacia do Arroio Boa Vista apresenta uma hierarquia fluvial de 3º ordem, segundo a classificação de Horton, sendo seus tributários pequenos córregos de primeira e segunda ordem. A bacia apresenta uma área total de 6,056 km<sup>2</sup> e um perímetro de 12,525 km (Tabela 4).

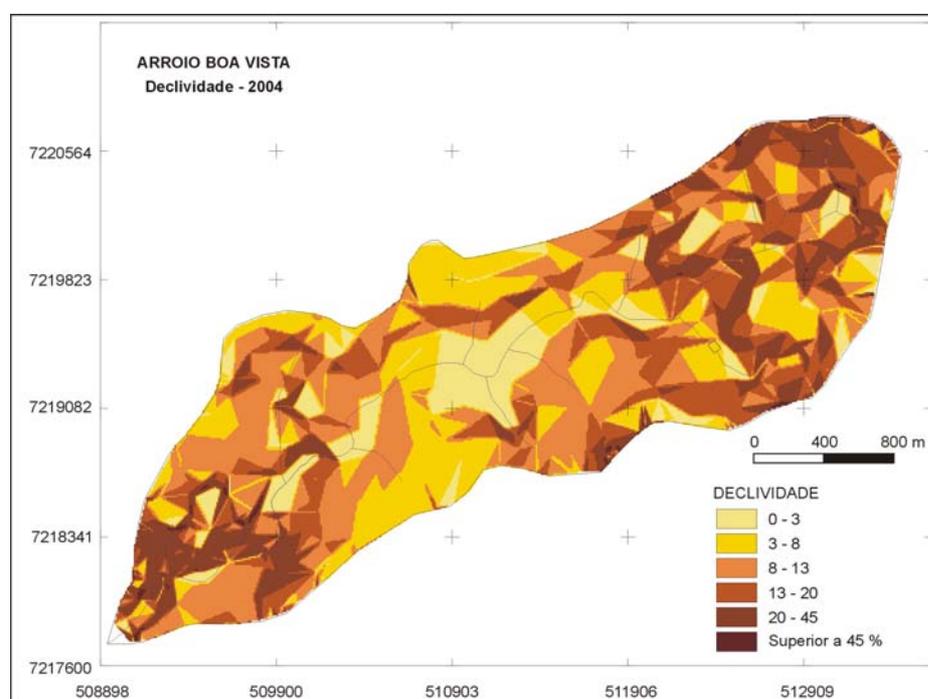


Figura 5 - declividade da Bacia do Arroio Boa Vista  
Elaborado por Antoneli. V (2004).

Tabela 4

### Características da rede hidrográfica do Arroio Boa Vista

Hierarquia dos canais	Número de canais	Comprimento dos canais (km)	% de cada ordem	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade drenagem (km/km <sup>2</sup> )
1º ordem	14	5,252	47,2	3,112	1,687
2º ordem	2	0,558	5,0	0,648	0,861
3º ordem	1	5,298	47,7	2,297	2,306
Total	17	11,108	100,0	6,056	1,834

O comprimento total dos cursos d'água é de 11,108 km, distribuídos por 17 canais que apresentam uma densidade de drenagem total de 1,837 km/km<sup>2</sup>. O percentual de tributários de primeira ordem é elevado em relação às demais ordens, sendo que dos 17 canais, 14 são de primeira ordem, os quais representam 82% dos canais da bacia. Estes canais de 1ª ordem apresentam um comprimento de 5,252 km de extensão, ou seja, são responsáveis por 47,2% do comprimento total dos canais, sendo que a densidade de drenagem é de 1,687 km/km<sup>2</sup>.

Apenas dois canais são considerados de 2º ordem registrando 11% do total dos canais, com apenas 0,558 km de extensão, ou 5,0% do comprimento total dos canais e densidade de drenagem de 0,861 km/km<sup>2</sup>.

O canal principal (3º ordem) apresenta uma extensão 5,298 Km, que representa 47,7% do total da extensão dos canais. A densidade de drenagem do canal principal é de 1,834 km/km<sup>2</sup>. Nota-se que a diferença da extensão dos canais de primeira ordem com o canal principal (3º ordem) é de apenas 46 metros, devido a este fato, a densidade de drenagem dos canais de primeira ordem e do canal de terceira ordem são bastante próximos.

A densidade de drenagem foi de 1,83 km/km<sup>2</sup>, sendo considerada baixa. A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia. Sendo assim, este índice, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede – sejam eles perenes, intermitentes ou temporários – e a área total da bacia.

CHRISTOFOLETTI (1974) destaca que valores menores que 7,5 km/km<sup>2</sup> apresentam baixa densidade de drenagem. Valores entre 7,5 e 10,0 km/km<sup>2</sup> apresentam média densidade. Já valor acima de 10,0 km/km<sup>2</sup>, apresenta alta densidade hidrográfica. A bacia em estudo, por apresentar uma baixa densidade de drenagem indicando, assim, uma escassa disponibilidade hídrica superficial, ou seja, apresenta um relevo pouco declivoso com rampas longas e solos profundos com alta capacidade de infiltração, exceto nas áreas próximas a foz, onde o relevo apresenta vertentes curtas e declivosas.

O gradiente de canal principal indica a relação entre a cota altimétrica máxima e o comprimento do canal principal, o resultado é obtido em porcentagem. O valor encontrado para o gradiente do canal principal foi de 15% de declividade. Para a obtenção destes valores, não se considerou a declividade total da bacia, e sim, apenas a declividade do canal principal, isto é, desde a nascente até sua foz. Com relação ao gradiente total da rede hidrográfica o valor foi de 8% de declividade. Este percentual demonstra que os canais tendem a possuir baixa declividade quando se levam em consideração todos os canais fluviais. Isso ocorre devido à baixa declividade de alguns afluentes, principalmente aqueles que estão localizados próximo ao curso médio da bacia.

Outro parâmetro morfométrico analisado foi o índice de circularidade que apresentou um valor de 0,48 (adimensional). Portanto, a bacia apresenta uma forma mais alongada, que tende a favorecer o escoamento da água e uma baixa propensão à ocorrência de inundações.

Conforme, MÜLLER (1953) e SCHUMM (1956), bacias que apresentam índices de circularidade igual a 0,51 representam um nível moderado de escoamento, não contribuindo para a concentração de águas que possibilitem cheias rápidas. Já valores maiores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas). Valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento.

Em relação ao índice de sinuosidade, obtém-se através deste parâmetro o comprimento verdadeiro (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal. Para SCHUMM (1963), valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, já os valores superiores a 2,0, indicam que os canais tendem a ser tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. A sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela característica litológica, estrutura geológica e pela declividade dos mesmos. O índice de sinuosidade do Arroio Boa Vista

foi de 1,24 (adimensional). Este valor indica que o canal principal do Arroio Boa Vista tende a ser transicional entre canais sinuosos e retilíneos. Isso se deve as áreas que apresentam planícies de inundação, onde os canais apresentaram uma sinuosidade maior.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, concluir-se, que a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica aponta para uma bacia de forma mais alongada, a qual é comprovada pelo índice de circularidade de 0,48 (adimensional), demonstrando que há uma maior facilidade para o escoamento da água, facilitando a utilização dos fundos de vales (várzeas) para prática agrícola, devido à baixa propensão de inundações. O índice de sinuosidade de 1,24 (adimensional) indica que ocorre um fluxo maior de transporte de sedimento ao longo dos canais. A baixa densidade de drenagem da bacia  $1,83 \text{ km/km}^2$ , nos permite concluir ser um dos principais fatores que influencia o uso e ocupação do solo. A baixa densidade indica que a bacia apresenta rampas longas com baixa declividade, facilitando a mecanização da agricultura, sobretudo, no curso médio e parte do curso superior devido a baixa declividade nesses setores.

A partir da análise destes parâmetros morfométricos, pôde-se identificar áreas onde as atividades desenvolvidas são inadequadas, como por exemplo, algumas áreas no curso médio, onde as vertentes são mais longas e solos são mais profundos, estão sendo utilizadas para pastagem ou até mesmo para reserva legal. Por outro lado, áreas que apresentam uma declividade entre 13% a 20% são utilizadas para a prática de agricultura mecanizada, com baixo uso de técnicas conservacionistas. Existem também áreas com declividade inferior a 5% de declividade, principalmente no curso médio, que são utilizadas para reflorestamento de espécies exóticas como o eucalipto (*Eucalyptus benthamii*) e a bracatinga (*Mimosa scabrella*).

A interpretação das características físicas da área de estudo, nos permite tecer algumas considerações. Na bacia há uma grande quantidade de pequenas propriedades. Várias propriedades estão localizadas em áreas de declive acima de 20 sendo assim, estes pequenos produtores são obrigados a cultivar áreas que apresentam serias restrições morfopedológicas, (encostas declivosas com solos rasos). Já outras propriedades, estão localizadas em áreas de cabeceira de drenagem, ou até mesmo áreas próximas às margens (zona ripária). Neste caso, os problemas se apresentam de forma semelhante, pois estas áreas deveriam ser consideradas de acordo com a legislação ambiental, como áreas de preservação permanente, todavia, em sua maioria são utilizadas para o cultivo. Portanto, fica evidente que a bacia apresenta algumas restrições morfológicas, em relação às atividades desenvolvidas.

No caso da declividade, existem áreas que apresentam declividade acima de 45%, principalmente próximo à foz, onde o rio encontra-se em um vale encaixado. Estas áreas deveriam ser utilizadas para a reserva legal ou até mesmo para o reflorestamento.

Nas áreas próximas a nascente encontra-se um maior número de agricultores que desenvolvem agricultura mecanizada. Nestas áreas os solos são profundos e as vertentes longas, favorecendo a mecanização. Mas, em alguns casos, essas áreas mecanizadas, ultrapassam os limites considerados favoráveis para o desenvolvimento da agricultura com declividade elevada e solos rasos. Entretanto, verifica-se que inúmeras áreas impróprias para a prática agrícola, ainda estão sendo cultivadas, uma vez que nestes locais pratica-se a agricultura de "coivara", na qual a limpeza da área para o plantio é feita utilizando-se fogo.

Com relação à agricultura, nota-se que a atividade fumageira promove uma intensificação e uma constante modificação no uso do solo, por vários motivos; o preparo do solo dessa atividade, não necessita da utilização de máquinas, pelo fato de ser utilizado uma pequena área para o cultivo, utiliza-se a tração animal para preparo do solo, isso contribui para que as áreas de declives acentuados sejam utilizadas para o cultivo. Outro fator a ser considerado é em relação à utilização de madeira para a geração de energia para a secagem das folhas de fumo (cura). Este processo fez com que inúmeras áreas de matas nativas fossem devastadas para a utilização da madeira. Uma pequena parte destas áreas foi reflorestada para o próprio consumo dos fumicultores, mas a

grande maioria das áreas desmatadas é utilizada para a ampliação da área cultivada com fumo.

Considerando os resultados do presente trabalho, recomenda-se: desenvolver a atividade agrícola utilizando práticas conservacionistas, utilizar áreas que apresentem declividades elevadas para o reflorestamento ou ainda deixar estas áreas como áreas de preservação permanente.

## REFERÊNCIAS

ANTONELI, V. Influência do uso do solo na avaliação hidro-sedimentológica da Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga (PR). *Dissertação*. Universidade Estadual de Maringá -UEM- PR, 2004.

ASSIS, R.B. Gerenciamento de bacias hidrográficas – descentralização. In: TAUKE TORNISIELO, S. *et al. Análise ambiental, estratégias e ações*. Fundação Salim Farah Maluf: São Paulo, 1995. p 122-129

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. In: CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. Ed. da Universidade de São Paulo: São Paulo, 1974. p 52- 78.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais* Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo. 1999.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In GUERRA, A J.T. e CUNHA, S.B. (Org.). *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Ed. Bertrand Brasil, 1995.p 93- 48

DREW, D. *Processos interativos homem-meio ambiente*. 3º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

DOUHI, N. Análise das condições físico-ocupacionais e suas implicações no comportamento hídrico da bacia hidrográfica do Rio Xaxim - Prudentópolis (PR). *Dissertação*. Universidade Estadual de Maringá - UEM, 2004.

GREGORY, K. J. e WALLING, D. E. *Drainage Basin Form and Processes: a Geomorphological approach*. Edward Arnold. 5º ed. London, 1985.

GUERRA, A. T. G. e CUNHA, S. B. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2º ed 1998.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of Geological society of America* 56, 275-370.

IAPAR. *Caracterização da Agricultura no Paraná*. Londrina, 1995.

IAPAR *Mapeamento de Solos do Paraná*. Londrina, 1981.

LARACH, J. O. I. *et al. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná*. Convênio. SUDESUL-EMBRAPA. IAPAR. Boletim Técnico, nº57, IAPAR, 1984.

MAACK, R. *Geografia Física do Paraná*. Rio de Janeiro, 1968.

MINEROPAR. *Atlas geológico do Estado do Paraná*. 2001.

MÜLLER, V.C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology. n. 3, 1953.

OSAKI, F. *Microbacias*. Práticas de conservação de solos. Curitiba- Paraná 1994.

PETRI, S. e FÚLFARO, V. J. *Geologia do Brasil*. São Paulo: T. A Queiroz, Ed. USP, 1983.

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. *Bulletin of Geological Society of America*, n. 67, 1956. p 597-646

SCHUMM, S.A Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. *Bulletin of Geological Society of America*. v. 74, n. 9, 1963.